

Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande
Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise
Band: 87 (2001)

Artikel: L'atelier de verriers d'Avenches : l'artisanat du verre au milieu du 1er siècle après J.-C.
Autor: Amrein, Heidi
Rubrik: Résumé = Zusammenfassung
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-835831>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Résumé

L'atelier de verriers d'Avenches qui fait l'objet de notre étude a été découvert en 1989 et 1990, lors de fouilles de sauvetage sur le site de *Derrière la Tour*, menacé par la construction de plusieurs immeubles. La trouvaille a permis d'attester pour la première fois à Avenches la fabrication de récipients en verre soufflé.

L'officine a été installée sur le versant nord de la colline, à la périphérie nord-ouest de la ville, en bordure des quartiers réguliers. Les fouilles de l'atelier, constitué de quatre fours circulaires, et du dépotoir, situé à une vingtaine de mètres, ont livré des milliers de fragments de verre de différentes couleurs. Quelques restes de murs et des trous de poteaux suggèrent l'organisation spatiale des installations. Vu le caractère ponctuel des interventions, seule une partie de l'atelier a pu être fouillée. L'extension de la zone artisanale en direction du sud est cependant attestée par la découverte, en 1996, d'un cinquième four circulaire, situé à 8 m au sud du premier ensemble, sur une terrasse supérieure. Il faut noter également que les constructions postérieures, romaines et modernes, ont fortement endommagé les diverses structures de l'atelier. Grâce à la séquence stratigraphique du site de *Derrière la Tour*, la période d'activité de l'atelier peut être située entre 40 et 70 ap. J.-C. L'abandon de l'atelier dans les années 70 est sans doute lié à l'extension du réseau urbain qui écarte progressivement du centre les quartiers artisanaux, et notamment les activités liées au feu.

Malgré le nombre croissant de découvertes d'ateliers de verriers romains, nos connaissances sur l'organisation et l'évolution de cet artisanat sont encore très lacunaires. La plupart des publications traitent en effet des aspects typologiques et chronologiques des productions, d'autres mettent l'accent sur les problèmes liés à la fonction des récipients ou sur certaines techniques de fabrication. Les localisations, hypothétiques, des officines sont souvent fondées sur l'interprétation des cartes de répartition des divers types de récipients. Peu d'études, en effet, se consacrent à une analyse détaillée du matériel et des vestiges archéologiques d'officines de verriers; les fragments de verre sont, dans la plupart des cas, mentionnés indifféremment comme déchets. De telles études s'avèrent d'autant plus indispensables que les sources écrites et iconographiques contemporaines demeurent très rares. La quantité énorme de fragments de verre découverte lors des fouilles de l'atelier d'Avenches offre un champ d'étude extraordinaire dans un domaine encore peu exploité. Nous avons donc mis l'accent sur l'analyse de ce matériel, sans pourtant négliger les aspects liés à l'outillage et aux vestiges archéologiques conservés, afin de mieux comprendre le fonctionnement de l'atelier et d'identifier la nature de la production locale.

Pour faciliter les comparaisons avec d'autres ateliers d'époque romaine, nous avons établi un inventaire le plus complet possible des découvertes archéologiques, présenté dans une annexe, qui comporte sous forme de fiches les informations les plus importantes pour chaque ensemble.

Le matériel en verre (p. 16-78)

En premier lieu, nous avons analysé les milliers de fragments de verre, découverts dans la zone des fours et dans le dépotoir. Leur étude livre de nombreux indices pour une meilleure connaissance de l'outillage et des structures de

l'officine. L'étude du verre est divisée en quatre sous-chapitres: le verre brut, les déchets de travail, les décors appliqués de fabrication locale ou probablement locale, enfin le verre creux et plat. Etant donné la grande quantité de verre, souvent très homogène, nous avons renoncé à commenter chaque pièce dans un catalogue séparé, ce qui aurait inutilement augmenté le volume de ce travail. Ainsi, des tableaux récapitulatifs indiquent, au début de chaque partie, le nombre de fragments identifiés; seul un choix significatif est ensuite illustré et commenté.

Le verre brut

Après une introduction consacrée à l'état actuel de la recherche concernant la localisation des ateliers primaires, dans lesquels on fabriquait le verre brut à partir des matières premières, l'auteur présente les caractéristiques des morceaux de verre brut découverts à Avenches. On peut confirmer le soufflage du verre transparent bleu-vert, vert, bleu, jaune et lie de vin, attesté également par certains déchets de travail, ainsi que par le grand nombre de fragments de récipients. Les caractéristiques morphologiques des pièces sont comparées aux diverses formes de verre brut découvertes sur d'autres sites. A noter qu'aucun fragment d'Avenches ne comporte l'empreinte d'un creuset sous forme de fine couche d'argile. Des analyses chimiques ont montré que tous les morceaux appartiennent au groupe des verres sodiques (fondant sodique), typiques de l'époque romaine, et contiennent tous de la chlorite obtenue par adjonction de sel. Le verre d'Avenches a été fabriqué avec un sable riche en feldspath. La teinte bleu-vert est due à des oxydes de fer présents dans les matières premières, et non pas à une coloration intentionnelle. Les autres couleurs sont obtenues par l'adjonction intentionnelle de différents oxydes colorants. Aucun élément ne permet pour l'instant de confirmer à Avenches la fabrication de verre brut à partir des matières premières. Les recherches récentes en Egypte et en Israël semblent indiquer, pour l'époque romaine, une production uniquement dans des ateliers situés le long de la côte syro-palestinienne.

Les déchets liés au travail du verre

La majeure partie des fragments de verre sont des déchets de travail; ils témoignent des différents processus de fabrication et des qualités du verre utilisé. L'étude des déchets, divisés en six groupes (mors, fragments cylindriques portant une empreinte d'outil, fragments portant une empreinte de tige, tubes avec partie évasée, baguettes cannelées, rebuts divers) a permis de mieux comprendre le fonctionnement de l'atelier et d'en connaître sa production. La plupart des rebuts sont en verre bleu-vert, vert, bleu, jaune et lie de vin, des couleurs attestées également pour le verre brut.

Les mors, petits déchets de verre provenant de l'extrémité de la canne à souffler, témoignent incontestablement de l'existence d'un atelier de verrier ayant pratiqué le soufflage du verre. Les fouilles ont livré plus de 5'000 fragments de mors cylindriques en verre transparent bleu-vert, vert, bleu, jaune et lie de vin. Ces couleurs correspondent à celles attestées par le verre brut. Quelques mors sont en verre translucide brun foncé, en verre opaque bleu clair, ainsi qu'en verre marbré soufflé et en verre moucheté. Aucun mors n'est tout à fait

identique à un autre, mais des ressemblances ont cependant permis d'en distinguer cinq variantes. Chacune d'entre elles correspond à un emplacement précis par rapport à la canne à souffler. Sur certaines variantes, l'empreinte de la canne à souffler est conservée sous forme de couche ou de taches métalliques noirâtres, identifiées comme du fer grâce à des analyses métallographiques. Grâce à ces empreintes, le diamètre externe des cannes à souffler a pu être mesuré d'une façon approximative: il varie entre 11 et 15 mm.

Parmi les fragments cylindriques et coniques portant une empreinte d'outil, plus de 300 pièces sont recouvertes d'une couche interne de plomb, presque toujours sous forme de goutte. Ces fragments ont pu être identifiés comme des rebuts de travail dus à la fabrication de flacons décorés à l'intérieur d'une couche de plomb. Ils correspondent à la partie du col cassée après l'écoulement du surplus de plomb. Cela nous a incité à proposer une interprétation analogue pour les fragments sans couche de plomb. Une fois le soufflage effectué, le verrier serrait le flacon vers la moitié supérieure du col à l'aide d'une pince; cette opération permettait de diminuer les tensions au moment où le flacon était détaché de la canne à souffler. La partie surmontant l'étranglement était cassée plus tard. Il est difficile de savoir si ce procédé a été appliqué de façon systématique ou uniquement pour un certain type de récipient. Fautes de recherches comparatives, nous n'avons pas trouvé de parallèles.

Les fragments portant une empreinte de tige présentent une face externe de forme irrégulière et une face interne avec une marque longitudinale de section semi-circulaire complètement ou partiellement recouverte d'une couche métallique de couleur brunâtre à noirâtre. Ces empreintes proviennent d'une tige en fer, d'un diamètre d'environ 8 à 10 mm, le pontil, que les verriers utilisaient à des fins diverses: à Avenches, il servait pour l'application de filets de verre blanc opaque et d'anses de diverses couleurs. Les rebuts correspondent à la masse de verre adhérent au pontil, une fois le travail terminé. Des trouvailles semblables sont connus sur d'autres sites de l'époque romaine et du Haut Moyen Age.

Plus de 250 tubes se terminant par une partie évasée, portant une empreinte d'outil, ont été identifiés. Les différentes caractéristiques de la partie évasée nous ont incités à subdiviser les fragments en trois groupes. Ils correspondent à des procédés de travail différents, comme par exemple la fermeture des flacons contenant une essence cosmétique ou médicale, ou au finissage des flacons en forme d'oiseau. Seule une comparaison attentive de ces rebuts, attestés dans plusieurs ateliers, permettrait pourtant de mieux définir les étapes de travail.

Des baguettes pleines et cannelées sont attestées par plus de mille fragments subdivisés en quatre groupe. Ces rebuts résultent de l'étirement de la masse de verre malléable et peuvent être mis en rapport avec la fabrication et l'application d'anses.

Parmi les déchets divers, nous avons identifié du verre fondu, des paraisons déformées et du verre étiré, non soufflé. Parmi le verre fondu, il faut noter la présence d'un bloc de verre d'un poids de 3.5 kg composé de diverses couleurs. Les petits blocs de verre fondu sont dus à un processus de fusion intentionnelle de verre recyclé. Les différents morceaux multicolores mal amalgamés permettent en effet d'identifier facilement la qualité des fragments refondus. Les paraisons déformés témoignent d'un choc de température lors du refroidissement ou d'autres petits accidents survenus lors du façonnage des récipients.

Les décors appliqués de fabrication locale

Plusieurs décors appliqués, identifiés sur des rebuts et des fragments de récipients soufflés, ont pu être attribués à la production locale de l'atelier. Il s'agit notamment du verre soufflé décoré d'une couche de plomb ou d'un fil appliqué, du verre marbré soufflé et du verre moucheté, la fabrication locale du verre décoré de bandes ou de cabochons appliqués ne peut être confirmée de façon certaine.

Une fine couche de plomb appliquée sur du verre produit un effet de miroitement semblable à celui de nos boules de Noël. Les fouilles de l'atelier ont livré presque 700 fragments dont la plupart présente une forme cylindrique comportant des traces de plomb sous forme de gouttes. Ces rebuts confirment l'utilisation de plomb liquide, préparé peut-être dans des fosses situées près des fours. L'atelier de verriers d'Avenches a permis pour la première fois d'identifier un centre de production de verre soufflé et décoré d'une couche de plomb interne. Un deuxième atelier est attesté à Lyon (matériel inédit, examiné par l'auteur). Un inventaire des verres décorés d'une couche de plomb montre que la majeure partie provient d'un contexte funéraire. Il s'agit soit de flacons sphériques, soit de petits fragments uniques qui ont appartenu à un miroir ou qui ont été cousus sur un habit ou un linceau.

Les verriers d'Avenches fabriquaient également des flacons sphériques et des flacons à corps ovale ou piriforme orné d'un fil appliqué en verre opaque ou en verre bleu clair. Deux types de déchets, notamment les tiges pleines présentant une fente longitudinale et les fragments portant l'empreinte d'une tige en fer, attestent la fabrication locale de ce décor. Parmi le verre soufflé multicolore, on remarque un groupe important de verre très fin caractérisé par un décor marbré, constitué d'une couleur de base mélangée dans un deuxième temps à d'autres couleurs. Contrairement au verre moucheté, sur lequel les taches restent à la surface, les stries du décor marbré se fondent avec le verre du récipient. La présence de mors et de paraisons déformées en verre marbré soufflé et en verre moucheté confirme la fabrication locale de ces deux décors attestés sur des flacons sphériques et piriformes (verre marbré) et sur de petites cruches et bouteilles à deux anses caractérisées par des fonds marqués par un étranglement. Le verre marbré semble être particulièrement bien diffusé au nord des Alpes.

Le verre décoré de bandes appliquées sous forme d'ondulations ou de zigzag est attesté par quelques fragments. Les couleurs, identiques à celles des morceaux de verre brut, ainsi que la parenté entre la technique du verre moucheté et celle du verre décoré de bandes, peuvent être considérées comme des indices en faveur d'une production locale. Un bâtonnet en verre bleu clair opaque présente le même diamètre et la même composition chimique que des cabochons appliqués sur un fragment d'un gobelet cylindrique dont la fabrication locale ne peut pas être exclue de façon certaine.

Le verre creux et le verre plat: la production locale et le verre importé destiné au recyclage

Hormis les déchets de travail, les fouilles de l'atelier et du dépotoir ont livré une grande quantité de petits fragments de récipients, essentiellement en verre soufflé, mais également en verre moulé. Leur identification s'est avérée souvent difficile en raison de leur taille minuscule. Lors de la découverte d'un atelier de verriers, on cherche généralement à connaître l'éventail des formes fabriquées sur place. Toutefois, la simple présence d'un fragment de récipient ne constitue

nullement une preuve de fabrication locale. La pratique du recyclage du verre, souvent importé, doit inciter à la prudence. L'étude des rebuts de travail constitue la base de toute tentative d'identification d'une production locale. Elle permet, comme c'est le cas à Avenches, de déterminer les couleurs, les décors et parfois même la forme des récipients produits sur place. En confrontant ces résultats aux fragments de récipients conservés, il est alors possible de formuler des hypothèses relatives à la diversité des formes fabriquées dans une officine. Nous avons pris en considération les critères suivants: la couleur du verre, la présence de déchets liés à la fabrication d'un certain type de récipient, ainsi que la quantité de fragments identifiés.

Nous n'avons aucune preuve d'une fabrication locale de récipients moulés attestés pourtant par une vingtaine de fragments; il en va de même pour certains récipients soufflés à l'air libre ou dans un moule et pour le verre plat. Ainsi le verre blanc opaque, absent des morceaux de verre brut, a été refondu en vue de l'application de divers décors. De même, la présence de mors en verre bleu clair opaque et en verre brun foncé d'aspect translucide atteste le soufflage de ces couleurs de verre, obtenues sans doute par recyclage.

Parmi la production locale, nous avons pu identifier différents types de flacons ainsi que des cruches et des bouteilles de taille moyenne. Il s'agit notamment de flacons en forme d'oiseau, de flacons soufflés dans un moule en forme de pomme de pin ou de grappe de raisin, de même que de petites fioles, dont les formes ne peuvent pas toujours être déterminées de façon précise. Les corps de ces récipients étaient sphériques, bulbeux, ovoïdes ou en forme de goutte. Quelques fragments témoignent peut-être de la production de flacons à fond pointu et d'entonnoirs ou de siphons. Parmi les récipients de plus grande taille, nous avons identifié des cruches à une anse ou des bouteilles à deux anses (amphoriques). Les récipients étaient fabriqués dans des couleurs diverses et certaines pièces comportaient un décor appliqué, dont plusieurs variantes ont pu être identifiées. Il est fort probable que certaines fioles ont été remplies d'un produit cosmétique ou médical, fermées à chaud à l'origine et brisées lors de l'utilisation de leur contenu.

En guise de conclusion les formes identifiées sont reconstituées et réparties en trois groupes: le verre soufflé de fabrication locale, le verre de fabrication probablement locale et le verre moulé et soufflé importé.

L'outillage (p. 79-86)

Le deuxième volet de notre travail concerne l'outillage qui, à part les creusets, est extrêmement mal connu pour l'époque romaine en raison de l'indigence des découvertes archéologiques. Ainsi, l'atelier d'Avenches a livré des céramiques recouvertes d'une croûte argileuse, interprétées comme des creusets, mais aucun outil en métal ou en bois. Ces derniers, en revanche, sont attestés de façon indirecte par des empreintes observées sur certains rebuts de verre. Nous avons donc essayé de préciser l'utilisation des récipients mentionnés et de déterminer la nature des outils attestés sous forme de traces.

Les outils en métal

Une petite introduction est consacrée à l'évolution de la technique du soufflage et aux rares fragments de cannes à souffler connues pour l'époque romaine. A Avenches, certains mors conservent l'empreinte de la canne sous forme de

couche ou de taches métalliques noirâtres, identifiées grâce à des analyses métallographiques comme étant du fer. Les impuretés noirâtres visibles sur d'autres mors, même sur ceux qui sont situés à une certaine distance de la canne, témoignent sans conteste du contact du verre en fusion avec le fer. Certaines marques ont permis de calculer d'une façon approximative le diamètre original des cannes, dont la majeure partie se situe entre 11 et 15 mm. Ces résultats sont ensuite confrontés à des découvertes de mors sur d'autres sites de production. Aucune tige pleine ayant pu servir d'outil n'a pu être identifiée parmi le matériel de l'atelier d'Avenches. En revanche, des morceaux de verre de forme irrégulière ont conservé des empreintes de tiges en fer, très probablement pleines, d'un diamètre d'environ 8 à 10 mm. Ces tiges ont été utilisées pour l'application de fils blancs et d'anses et non pas pour reprendre les récipients par le fond; nous n'avons en effet identifié aucune marque de pontil sur le fond des récipients. L'absence de ces marques incite l'auteur à formuler des hypothèses relatives à l'évolution de la technologie. L'utilisation de pinces ou de fers, dont aucun fragment ne nous est parvenu, est attestée par de nombreuses empreintes sous forme de petites lignes droites entourées de stries circulaires.

Les céramiques recouvertes d'une croûte argileuse (les «creusets»)

L'étude de la grande quantité de céramique tournée de pâte grise et orangée recouvertes d'une croûte argileuse a mis en évidence les difficultés d'interprétation de ce type de matériel. Les céramiques ont été façonnées dans de l'argile non réfractaire, contrairement à tous les creusets du Bas-Empire, du Haut Moyen Age et du Moyen Age analysés jusqu'ici, qui ont été façonnés dans de l'argile réfractaire. En plus, seules les céramiques à pâte orange, qui comportent une croûte argileuse externe, ont subi une cuisson à température élevée après leur cuisson initiale; les températures atteintes ne semblent pas avoir dépassé les 940°C. Une température comprise entre 1000°C et 1150°C est pourtant nécessaire pour cueillir du verre fondu avec la canne. Ainsi les creusets d'Avenches devaient servir à une autre opération, peut-être à la fusion du verre recyclé dont nous avons identifié de nombreux fragments. On peut émettre l'hypothèse suivante: les verriers ont cueilli des morceaux de verre brut réchauffés dans le four et non du verre fondu dans des creusets. Ce procédé peut être appliqué pour la fabrication de récipients de petite taille, comme c'est le cas pour la production d'Avenches. Il est intéressant de noter que les fouilles de l'atelier de verriers à Lyon (la Murette), qui est contemporain de celui d'Avenches, ont livré des briques totalement rubéfiées et recouvertes d'une couche de verre épaisse de 1 à 2 cm. Il s'agit sans doute des restes d'une cuve intégrée dans le four, dans laquelle on a fondu le verre; ceci expliquerait l'absence de creusets parmi le matériel récolté. A Avenches, nous n'avons cependant trouvé aucune trace d'une telle cuve pour fondre le verre. Dans l'état actuel des recherches, il est difficile de comprendre dans le détail l'évolution et la fonction exacte des creusets et/ou cuves utilisés pendant l'Antiquité, et plus particulièrement pendant les deux premiers siècles de notre ère. Ce n'est en effet que vers le 3^e siècle que les trouvailles de creusets deviennent plus abondantes. Les céramiques à pâte grise qui n'ont pas subi une cuisson à température élevée après leur cuisson initiale auraient pu servir à la préparation d'oxydes.

Les structures (p. 87-94)

La troisième partie traite des structures et de l'organisation spatiale de l'officine. Malgré le nombre relativement important des découvertes de fours de verriers, on ignore souvent leur fonction exacte; les structures sont dans la plupart des cas arasées au niveau du sol et leur élévation reste inconnue. Il en est de même pour les structures d'Avenches qui s'insèrent parfaitement dans la typologie des petits fours circulaires bien connus pour l'époque romaine. Les résultats obtenus dans les chapitres précédents nous ont permis toutefois d'émettre quelques hypothèses relatives à la construction et au fonctionnement des fours. Nous proposons également quelques suggestions sur l'organisation spatiale de l'atelier à partir des rares structures conservées.

Les fours

Les fours de forme circulaire avec un diamètre interne qui varie entre 0.50 et 0.65 m, n'ont conservé que leur partie basse, enterrée sur une vingtaine de centimètres de profondeur par rapport au niveau de circulation antique. Leur fond est constitué de gros fragments de *tegulae* brûlés, sur lesquels s'appuie la paroi composée de fragments de *tegulae* et d'*imbrices* liés à une argile durcie sous l'effet de la chaleur. La face interne a été protégée par un enduit. Le remplissage des fours renfermait essentiellement des fragments provenant de la partie haute des fours. L'état extrêmement fragmentaire des éléments n'a pas permis de reconstituer dans le détail l'élévation des fours. Quelques morceaux en terre cuite à découpe arrondie d'un diamètre d'env. 5 à 8 cm pourraient provenir d'une sole dont, cependant, aucune trace n'est conservée *in situ*. Quelques fragments d'anneaux en terre cuite appartiennent très vraisemblablement à des sourciliers, destinés à renforcer les ouvertures de travail. Nous avons également identifié deux bouchons en terre cuite de forme tronconique qui présentent une partie supérieure évasée et perforée. Les bouchons auraient pu servir à régler la circulation d'air par la fermeture temporaire des orifices de tirage. Par la suite, nous avons essayé de mettre en évidence d'éventuelles spécificités propres à chacun des fours. La comparaison des différents types de déchets de verre découverts dans la zone des fours n'a pourtant pas permis de distinguer des endroits réservés à une production spécifique.

Pour la reconstitution des fours, nous avons pris en compte les données archéologiques et iconographiques, notamment une représentation d'un four sur une lampe à huile. Il s'agit de fours à deux niveaux superposés: en bas le foyer semi-enterré, en haut la chambre de fusion voûtée. Le combustible était introduit par un alandier à plan incliné. Pour la fermeture supérieure nous proposons une couverture plate qui aurait également pu servir de plate-forme pour le refroidissement des verres. Pour la reconstitution de la structure comprise entre le foyer et la chambre de fusion, deux variantes sont présentées: il pourrait s'agir soit d'une sole, soit d'une surface plane se trouvant au même niveau de la surface de travail. Il faut noter l'absence de vestiges d'une cuve intégrée dans le four, comme c'est le cas à Lyon. L'étude des fours est complétée par une liste d'autres trouvailles réalisées dans le monde romain, regroupées d'après leur forme. L'auteur met en évidence les difficultés d'interprétation de ces structures; seule l'étude détaillée du matériel archéologique permettra une meilleure compréhension des travaux effectués dans une officine, et par conséquent l'attribution aux fours de fonctions spécifiques

Le dépotoir et les bâtiments de l'atelier

A environ 20 m en aval de la zone des fours a été découvert un dépotoir dont nous ignorons l'extension originale, puisque la partie située en amont a été détruite lors de l'aménagement du *balneum* du palais de *Derrière la Tour*. Son remplissage contenait des milliers de fragments de verre, des éléments provenant de la construction des fours et des céramiques recouvertes d'une croûte argileuse. Le verre du dépotoir n'a guère été destiné au recyclage; les fragments à refondre étaient sans doute entreposés dans l'atelier même et non dans un petit caniveau distant de 20 m. La problématique du verre recyclé en général est abordée et les différents types de dépotoirs connus dans le monde romain sont énumérés.

L'extension restreinte de la surface des fouilles, ainsi que les constructions romaines ultérieures, ont fortement limité l'étude des bâtiments et de l'organisation spatiale de l'atelier. Plusieurs éléments, comme l'orientation des murs et la topographie, ont toutefois permis de se faire une idée générale de la zone. On peut imaginer une suite de bâtiments, sortes de «*Werkhallen*», établie sur plusieurs niveaux. Il est possible que les différentes installations n'aient été séparées que par des constructions légères. Ainsi, les ouvriers pouvaient se déplacer facilement et la circulation de l'air était assurée. Faute d'études comparatives, il n'a pas été possible d'établir des critères d'identification pour les bâtiments d'un atelier de verriers.

Conclusions et perspectives de recherches (p. 95-96)

L'ensemble des recherches a permis non seulement de déterminer la nature de la production locale et les diverses techniques de fabrication, mais également de reconstituer les fours et l'organisation spatiale de l'atelier. En outre, les spécificités de l'officine, ainsi que la place de cette dernière dans le contexte de la production verrière romaine ont pu être mises en évidence. L'ouvrage propose une méthodologie novatrice pour l'étude des vestiges matériels d'un atelier de verriers et présente en même temps une synthèse sur l'état actuel de la recherche dans le domaine.

L'officine était spécialisée avant tout dans la fabrication de petits flacons, peut-être liée directement au commerce d'essences médicales et/ou parfumées. Il est difficile de connaître actuellement la diffusion de ces produits. L'homogénéité de la composition chimique de l'ensemble du verre romain, ainsi que le recyclage du verre rendent difficile, pour l'instant, la détermination de la provenance d'un récipient. L'apparition de nouvelles techniques de fabrication peut être observée dans le matériel archéologique entre la deuxième moitié du 1^{er} et du début du 2^e siècle. L'auteur s'interroge sur la signification de ces changements et sur l'évolution de la technique du soufflage. Seule l'étude systématique du matériel archéologique d'autres officines de verriers, dont l'absence quasi totale a été mentionnée à plusieurs reprises, permettrait d'approfondir nos connaissances sur les différentes techniques de fabrication utilisées à l'époque romaine et de dégager des spécificités régionales.

ZUSAMMENFASSUNG

In den Jahren 1989 bis 1990 wurde in *Aventicum* bei Notgrabungen im Gebiet von *Derrière la Tour* eine bisher unbekannte Glaswerkstatt freigelegt. Mit diesem Fund konnte zum ersten Mal eine lokale Produktion von geblasenen Glasgefässen in Avenches erfasst werden.

Die Werkstatt befindet sich am nördlichen Abhang des Stadthügels, am nordwestlichen Rand der regulären Quartiere der römischen Stadt. Bei den Grabungen wurden vier kreisrunde Öfen, eine Abfallhalde und Tausende von farbigen Glasscherben geborgen. Einige wenige Mauerreste und Pfostenlöcher geben einen Einblick in die räumliche Anordnung der Werkstatt. Die Grabung erfasste nur einen Teil des Ateliers, das zudem von späteren antiken und neuzeitlichen Bautätigkeiten stark beschädigt worden ist. Eine Ausdehnung der Werkstatt konnte dank der Entdeckung eines fünften Ofens im Jahre 1991 belegt werden; dieser Ofen liegt auf einer leicht erhöhten Terrasse etwa 8 m südlich des ersten Komplexes. Die Aktivität in der Werkstatt kann dank der stratigraphischen Auswertung in die Jahre 40 bis 70 n. Chr. datiert werden. Das Auflösen der Werkstatt in den 70er Jahren des 1. Jhs. n. Chr. steht zweifellos im Zusammenhang mit der Ausdehnung der Stadtquartiere und der progressiven Verlegung der Handwerkerquartiere an die neue Peripherie.

Trotz zahlreichen Funden römischer Glaswerkstätten sind unsere Kenntnisse über die Organisation und die Entwicklung dieses Handwerkzweiges noch sehr lückenhaft. In den meisten Publikationen über römisches Glas werden typologische und chronologische Aspekte besprochen oder aber die Funktion von Glasgefässen oder gewisse Herstellungstechniken diskutiert. Die hypothetische Lokalisierung von Werkstätten oder Werkstattkreisen basiert fast immer auf der Interpretation von Verbreitungskarten eines gewissen Gefässtyps. Es gibt in der Tat noch fast keine Studien, bei welchen die archäologischen Befunde und Funde von Werkstätten im Detail ausgewertet werden; so sind zum Beispiel die Glasfragmente meistens unter dem Sammelbegriff Abfallstücke aufgelistet. Zu erwähnen ist auch, dass es nur spärliche schriftliche und ikonographische Quellen aus der römischen Epoche zum Thema Glashandwerk gibt. Demzufolge bietet die grosse Fundmenge der Werkstatt von Avenches eine einmalige Gelegenheit, diese Forschungslücke zu schliessen.

In der vorliegenden Arbeit werden zuerst die Glasfunde, dann die direkt oder indirekt belegten Werkzeuge und zuletzt die Werkstattstrukturen untersucht. Um Vergleiche mit anderen römischen Fundstellen zu erleichtern, wird in einem Annex ein möglichst vollständiges Inventar archäologischer Fundkomplexe, die auf eine Glaswerkstatt hinweisen, zusammengestellt.

Das Glasmaterial (S. 16-78)

Im ersten Teil der Arbeit wird das umfangreiche Glasmaterial in folgende vier Kategorien aufgeteilt: das Rohglas, die Abfallstücke, Gläser mit aufgeschmolzener Verzierung lokaler Produktion und schliesslich das Hohl- und Flachglas. Da ein grosser Teil des Materials äusserst homogen ist, wird darauf verzichtet, jede einzelne Scherbe in einem Katalog zu kommentieren. Überblickstabellen am Anfang von jedem

Abschnitt geben Auskunft über die Anzahl der identifizierten Fragmente.

Das Rohglas

Nach einer kurzen Einleitung zum aktuellen Forschungsstand in bezug auf die Rohglasherstellungswerkstätten (die sogenannten „ateliers primaires“) werden die in Avenches gefundenen verschiedenfarbigen Rohglasbrocken untersucht. Sie bestehen aus durchsichtigem blaugrünem, grünem, blauem, gelbem und weinrotem Glas. Fast alle Abfallstücke, sowie ein grosser Teil der Gefässfragmente zeigen dieselbe Farbpalette auf. Die morphologischen Eigenschaften der Rohglasbrocken werden mit anderen Formen von römischem Rohglas verglichen. Interessant ist, dass auf keinem der Stücke von Avenches ein Abdruck von einem Schmelztiegel in Form einer feinen Tonschicht identifiziert werden konnte. Analysen zur chemischen Zusammensetzung des Rohglases ergeben folgende Resultate: alle Stücke gehören zur Hauptgruppe der Natrongläser, die für die römische Epoche typisch sind; alle enthalten überdies Chlor, das mit Hilfe von Kochsalz hinzugefügt worden ist. Das Glas wurde mit einem feldspathaltigen Sand hergestellt. Die im Rohmaterial enthaltenen Eisenoxyde geben dem Glas eine blaugrüne Farbe; die übrigen Scherben wurden mittels Zugabe verschiedener Oxyde eingefärbt. Bis heute gibt es keinerlei Hinweise für eine Rohglasproduktion in Avenches, was nicht weiter erstaunlich ist, denn neueste Grabungen und Prospektionen in Ägypten und Israel deuten darauf hin, dass während der römischen Zeit Rohglas fast ausschliesslich in östlichen Werkstätten hergestellt und dann exportiert worden sein muss.

Abfallprodukte

Der grösste Teil der Glasscherben sind Produktionsabfallstücke: sie geben Auskunft über die verschiedenen Arbeitsvorgänge und die Glasqualitäten, welche in Avenches verarbeitet wurden. Es handelt sich um Pfeifenabschläge, zylindrische Fragmente mit Werkzeugspuren, Fragmente mit stabförmigem Abdruck, Röhrchen mit verbreitertem Ende, gerippte Stäbchen sowie verschiedene Abfallstücke, wie eingeschmolzenes oder verformtes Glas. Die meisten Scherben sind in denselben Farben wie das Rohglas vorhanden.

Die Präsenz von Pfeifenabschlägen weisen immer auf eine Werkstatt hin, in der Glas geblasen wurde. Die Grabungen haben mehr als 5'000 Pfeifenabschläge zutage gebracht. Neben blaugrünem, grünem, blauem, gelbem und weinrotem Glas gibt es auch Fragmente aus dunkelbraunem, schwach durchscheinendem Glas, aus hellblauem opakem Glas, sowie aus geblasenem marmorierten und buntfleckigem Glas. Obwohl kein Abschlag identisch mit einem anderen ist, konnten anhand gemeinsamer Charakteristiken fünf Varianten definiert werden, die je einer bestimmten Stelle auf oder über dem Ende der Glaspfeife entsprechen. Auf einigen Varianten ist der Abdruck der Glaspfeife in Form einer metallenen Schicht oder schwärzlichen Flecken erhalten geblieben, die als Eisenreste identifiziert werden konnten. Einige Abrücke erlaubten es, den ungefähren äusseren Durchmesser der Glaspfeifen zu bestimmen.

Unter den zylindrischen Fragmenten mit Werkzeugspuren haben mehr als 300 Fragmente auf ihrer Innenseite eine zumeist tropfenförmige Bleischicht. Es handelt sich um Fragmente, die von der Herstellung von Fläschchen, die mit einer dünnen Bleischicht verziert worden sind, stammen. Die Abfallstücke entsprechen dem äussersten Ende des Halses, der nach dem Ausgiessen des überschüssigen flüssigen Bleis abgebrochen worden ist. Die Stücke ohne Bleischicht sind wahrscheinlich auf ähnliche Art und Weise entstanden: Der Hals eines fertiggeblasenen Fläschchens wurde im oberen Teil mit Hilfe einer Zange leicht zusammengepresst; auf diese Weise konnten die Spannungen im Glas beim Abnehmen von der Pfeife reduziert werden. Das Endstück des Halses wurde dann zu einem späteren Zeitpunkt abgebrochen. Es ist schwierig zu sagen, ob diese Methode bei allen oder nur bei einem bestimmten Teil der Gefässe angewendet wurde.

Die Fragmente mit einem stabförmigen Abdruck präsentieren auf der Aussenseite eine unregelmässige Fläche, auf der Innenseite einen länglichen, halbbrunden Abdruck, der ganz oder teilweise mit einer metallenen schwärzlichen Schicht überzogen ist. Es handelt sich um Abdrücke eines Eisenstabs, dem sogenannten Hefteisen, mit einem Durchmesser von 8 bis 10 mm. Dieses Werkzeug wurde in Glasateliers für verschiedene Arbeitsvorgänge benutzt. In Avenches brauchten es die Handwerker, um weisse Glasfäden aufzulegen und verschiedenfarbige Henkel zu befestigen. Die hier vorliegenden Abfallstücke entsprechen der Glasmasse, die nach abgeschlossener Arbeit am Hefteisen kleben blieb. Solche Funde sind auch von anderen römischen und frühmittelalterlichen Fundstellen bekannt.

Die mehr als 250 Röhrchen mit einem verbreiterten Ende und einem Werkzeugabdruck sind nach drei Gruppen unterschieden, die in Zusammenhang mit verschiedenen Arbeitsvorgängen wie zum Beispiel dem Schliessen der mit einer kosmetischen oder medizinischen Essenz gefüllten Fläschchen oder dem Fertigstellen der vogelförmigen Behälter gebracht werden können. Ähnliche Fragmente wurden auch in anderen römischen Werkstätten gefunden.

Die über tausend gerippten Stäbchen, bei denen vier Varianten unterschieden werden, sind wahrscheinlich in Zusammenhang mit dem Anbringen von Henkeln zu bringen.

Im Abschnitt „verschiedene Abfallstücke“ werden diverse Typen von geschmolzenem sowie von gezogenem nicht geblasenem Glas vorgestellt. Zu erwähnen ist ein 3.5 kg schwerer Brocken, der, wie auch die kleinen Brocken, aus verschiedenfarbigem Glas besteht. Die geblasenen und verzogenen Fragmente zeugen von einem Temperaturschock beim Abkühlungsvorgang oder von anderen kleinen Produktionsfehlern.

Gläser mit aufgeschmolzener Verzierung lokaler Produktion

Verschiedene Verzierungen sowohl auf Abfallstücken als auch auf Gefässfragmenten können der lokalen Produktion zugewiesen werden. Es handelt sich einerseits um Gläser mit einer Bleiunterlage oder mit aufgeschmolzenen Glasfäden, andererseits um geblasenes marmoriertes oder buntfleckiges Glas; die mit Bändern oder Nuppen verzierten Scherben sind nicht eindeutig als lokale Produktion zu identifizieren.

Die auf der Innenseite von Gefässen aufgeschmolzene dünne Bleischicht erzeugt einen Spiegeleffekt. Die Grabungen haben mehr als 700 Fragmente zutage gefördert, wovon die

meisten eine zylindrische Form aufweisen. Die tropfenförmigen Bleireste beweisen, dass flüssiges Metall benutzt worden ist, das vielleicht in den bei den Öfen befindlichen Gruben geschmolzen worden ist. Zum ersten Mal kann dieser Typ von Produktion einer Werkstatt zugewiesen werden. Ein weiteres Atelier kann zudem in Lyon lokalisiert werden (unpubliziertes Material). Ein Inventar der Glasfunde mit einer Bleischicht zeigen, dass die meisten aus Gräbern stammen. Es handelt sich um Glasfläschchen oder isolierte Fragmente, die entweder von einem Spiegel (sogenannte Konvexspiegelchen) stammen oder aber auf das Kleid oder das Leinentuch der Verstorbenen aufgenäht worden sind.

Andere Fläschchen (oval, kugel- oder birnenförmig) wurden mit einem weissen oder seltener mit einem hellblauen Glasfaden verziert. Zwei Typen von Abfallstücken bezeugen diese Produktion: weisse Stäbe mit einer länglichen Rille und die obenerwähnten Fragmente mit Stababdruck.

Bei den mehrfarbigen Scherben dominiert das marmorierte Glas, das aus einer Grundfarbe besteht, die in einem zweiten Schritt mit anderen Farben gemischt wurde. Im Gegensatz zum gefleckten Glas, bei dem die Verzierung auf der Oberfläche bleibt, vermischen sich die Farbbänder beim marmorierten Glas mit der Grundmasse. Die Präsenz von Pfeifenabschlägen und missratenen Stücken belegt die lokale Produktion dieser zwei Verzierungsarten auf kugel- und birnenförmigen (marmoriertes Glas) sowie auf kleinen zylindrischen ein- oder zweihenkligen Krügen mit flachem Boden und eingeschnürtem Fuss.

Das mit Bändern oder Zickzacklinien verzierte Glas ist nur mit einigen wenigen Fragmenten belegt. Die Farben des Glases, welche denjenigen des Rohglases entsprechen, sowie die Ähnlichkeit mit der Technik des marmorierten Glases, können als Indizien für eine Lokalproduktion gelten, ohne dass diese jedoch mit Abfallstücken zu belegen ist. Ein opakes hellblaues Stäbchen stammt vielleicht von der Herstellung von applizierten Nuppen; dieses Stäbchen weist die gleiche chemische Zusammensetzung auf wie die Nuppen auf dem Wandfragment eines zylindrischen Bechers, dessen lokale Herstellung somit nicht auszuschliessen ist.

Das Hohl- und das Flachglas: lokale Produktpalette und importiertes Glas zum Wiedereinschmelzen

Die grosse Zahl kleiner Scherben aus geblasenem oder geformtem Glas konnte oft nicht einem genauen Gefässstyp zugewiesen werden.

Bei der Entdeckung einer Glaswerkstatt ist die Frage nach der lokalen Produktpalette ein zentrales Anliegen. Das Vorhandensein einer bestimmten Gefässform bedeutet aber nicht automatisch, wie das leider oft angenommen wird, dass diese auch lokal hergestellt worden ist, denn auch importiertes Glas wurde in den Werkstätten zwecks Wiedereinschmelzen angesammelt. Nur eine genaue Untersuchung der Abfallprodukte erlaubt es somit, die lokale Produktion zu identifizieren. Aufgrund solcher Analysen konnten in Avenches die Farben, die verschiedenen Verzierungsarten sowie gewisse Formen, die in der Werkstatt produzierten Gefässe bestimmt werden. Ein Vergleich mit den erhaltenen Gefässfragmenten erlaubt es, diese Produktpalette zu bestätigen und auch zu erweitern. Folgende Kriterien werden berücksichtigt: Glasfarbe, Präsenz von Abfallstücken, die mit einer bestimmten Gefässform in Verbindung gebracht werden können, sowie die Anzahl der Fragmente.

Wir haben keinen Beweis für die Herstellung von geformten Gläsern; dasselbe gilt für gewisse in eine Form oder frei geblasene Gefäßformen. Diese Gläser waren wohl zum grossen Teil zum Wiedereinschmelzen bestimmt gewesen. So gibt es von gewissen Glasqualitäten (weisses und hellblaues opakes Glas, dunkelbraunes schwach durchscheinendes Glas) Abfallstücke, also Beweise für deren Verarbeitung, hingegen aber keine Rohglasfragmente.

Bei den Gefässen, für die eine lokale Produktion bezeugt werden kann, handelt es sich um ein- oder zweihenklige Krüge von kleiner bis mittlerer Grösse sowie um verschiedene Fläschchenformen wie vogelförmige Behälter, in eine Form geblasene pinienzapfen- oder traubenförmige Fläschchen, kugel-, birnen- oder tropfenförmige und ovale Fläschchen. Einige wenige Fragmente deuten vielleicht auf Behälter mit spitzem Boden, Saugheber oder Trichter hin. Höchst wahrscheinlich wurde ein Teil der Fläschchen mit einer kosmetischen oder medizinischen Essenz gefüllt und dann verschlossen. In einer Überblickstabelle werden die identifizierten Gefäßformen rekonstruiert und nach lokal hergestellten, vielleicht lokal hergestellten sowie importierten Gefässen sortiert.

Die Werkzeuge (S. 79-86)

Der zweite Teil der Arbeit befasst sich mit den in Glaswerkstätten benutzten Werkzeugen, die für die römische Zeit, mit Ausnahme der Schmelztiegel, äusserst schlecht belegt sind. In Avenches kamen viele mit einer Tonkruste versehene Keramikscherben zum Vorschein, hingegen kein einziges Werkzeugfragment aus Metall oder Holz. Diese sind aber dank Abdrücken auf Glasabfallstücken belegt. Im folgenden wurde versucht, die Funktion der obengenannten Keramik sowie die indirekt erhaltenen Werkzeuge zu identifizieren.

Die Metallwerkzeuge

Nach einem kurzen Überblick über die Entwicklung der Glasblastechnik und der Erwähnung der wenigen erhaltenen Fragmente von Glaspfeifen werden die auf gewissen Pfeifenabschlüssen vorhandenen Abdrücke untersucht. Wie schon erwähnt, haben sich die Pfeifen in Form einer metallischen, schwärzlichen Schicht oder Flecken erhalten und konnten mit Metallanalysen als Eisen identifiziert werden. Die dunklen Unreinheiten im Glas aller Abschlüsse zeugen ohne Zweifel vom Kontakt der heissen Glasmasse mit der eisernen Pfeife. Anhand der Abdrücke kann der ungefähre Aussendurchmesser der Pfeifen berechnet werden; er liegt zwischen 11 und 15 mm.

Obwohl kein einziger Eisenstab, der als Hefteisen hätte dienen können, gefunden worden ist, ist dessen Präsenz dank Abdrücken auf Glasfragmenten gesichert. Es handelt sich um Stäbe mit 8 bis 10 mm Durchmesser. Sie wurden bei bestimmten Verzierungstechniken sowie beim Anbringen von Henkeln verwendet, wohl aber kaum als Hefteisen, mit dem Gefässe nach dem Blasen weiterbearbeitet wurden, denn auf keinem Glasfragment konnte eine Heftmarke identifiziert werden. In diesem Zusammenhang werden einige mögliche Entwicklungsstufen des Glasblasens erwähnt.

Glaszangen sind dank linienförmigen Spuren auf Glasfragmenten bezeugt.

Keramik mit zusätzlicher Tonkruste:

die Frage der Schmelztiegel

Die Analyse der mit einer Tonkruste beschichteten Keramik aus rötlichem oder grauem Ton zeigt die Interpretationsschwierigkeiten auf, die im Umgang mit derartigem Material aufkommen. Die Keramik besteht aus nicht feuerfestem Ton, im Gegensatz zu den bisher bekannten spätantiken, frühmittelalterlichen oder mittelalterlichen Schmelztiegeln, die aus feuerfestem Ton bestehen. Interessant ist, dass nur die rötliche Keramik, welche eine externe Tonkruste besitzt, nach dem ersten Brand noch einmal auf hohe Temperaturen erhitzt worden ist, wobei diese 940°C nicht überschritten haben. Um geschmolzenes, zähflüssiges Glas zu erhalten, müssen aber Temperaturen über 1000°C bis 1150°C erreicht werden. Daraus kann man ableiten, dass die „Schmelztiegel“ von Avenches für einen anderen Vorgang benutzt worden sind, wie zum Beispiel das Wiedereinschmelzen von Altglas, von dem zahlreiche Brocken entdeckt wurden. Für das Glasblasen kann folgende Hypothese aufgestellt werden: die Glasbläser haben mit der Pfeife im Ofen erwärmte Glasbrocken aufgenommen und geblasen und nicht zähflüssiges in Schmelztiegeln geschmolzenes Glas verarbeitet. Das Blasen von erwärmten Glasbrocken kann, wie Experimente gezeigt haben, bei der Herstellung von kleineren Gefässen angewendet werden. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass bei Grabungen einer Glaswerkstatt in Lyon (la Murette), die in etwa zeitgleich ist und deren Produktpalette ähnlich wie diejenige von Avenches ist, Tonziegel gefunden wurden, die mit einer 1 bis 2 cm dicken Glasschicht bedeckt waren. Es handelt sich ohne Zweifel um Reste eines Beckens, in dem Glas geschmolzen wurde; dies erklärt, dass bei dieser Grabung keine Schmelztiegel gefunden worden sind (unpublizierter Fund). Die oben erwähnte graue Keramik, die nach ihrem Brand nicht mehr auf hohe Temperaturen erhitzt worden ist, wurde vielleicht bei der Aufbereitung von Metalloxyden verwendet.

Um die Entwicklung der Schmelztiegel und Schmelzbecken in der Antike und vor allem in den ersten zwei Jahrhunderten n. Chr. zu kennen, müsste das gesamte bisher bekannte Fundmaterial von Glaswerkstätten untersucht werden. Zu erwähnen ist, dass sich ab dem 3. Jahrhundert die Funde von Schmelztiegeln häufen, was sicher auch auf eine Veränderung der Produktionsabläufe hinweist.

Werkstattstrukturen (S. 87-94)

Im dritten Teil der Arbeit werden die Strukturen und die räumliche Anordnung der Werkstatt besprochen. Trotz den zahlreichen Ofenfunden aus römischer Zeit, kennt man ihre genaue Funktion in den meisten Fällen nicht. Bei den meisten Strukturen ist nur der in den Boden eingetiefte Teil erhalten. Dies gilt auch für die kreisrunden Öfen von Avenches, deren Form für die römische Epoche bestens belegt ist. Die Resultate der vorangehenden Kapitel erlauben es, Hypothesen in bezug auf den Bau und die Funktion der Öfen zu formulieren.

Die Öfen

Die kreisrunden Öfen haben einen Innendurchmesser von 0.50 bis 0.65 m; nur der ca. 20 cm in den Boden eingetiefte Teil ist erhalten geblieben. Die Böden der Öfen bestehen aus *tégulae* mit Brandspuren, die Ofenmauer aus einem Gemisch von Ton und *tégulae*- und *imbrices*-Fragmenten. Die Strukturen waren mit Überresten des Oberbaus gefüllt, dessen Form

aber nicht rekonstruiert werden kann. Einige halbrunde Tonfragmente mit einem Innendurchmesser von ungefähr 5 bis 8 cm stammen vielleicht von einem Zwischenboden, von dem aber jegliche Spur *in situ* fehlt. Daneben kamen auch eine Art Tonringe zum Vorschein, die wahrscheinlich zur Festigung der Arbeitsöffnungen bei den Öfen dienten. Zwei kegelförmige Tonzapfen, die am oberen Ende perforiert sind, wurden wohl für die Kontrolle der Luftzufuhr benutzt. Im weiteren wurde versucht, eventuelle Unterschiede zwischen den verschiedenen Öfen zu identifizieren. Die Glasabfälle, die bei den Öfen gefunden wurden, erlauben es aber nicht, einem Ofen eine spezifische Produktion zuzuweisen.

Für die Rekonstruktion der Öfen haben wir sowohl die archäologischen als auch die wenigen ikonographischen Quellen, insbesondere eine Ofendarstellung auf zwei Öllampen, benutzt. Bei diesen Darstellungen handelt es sich um zweistöckige Öfen: unten befindet sich das Feuerloch, oben die überwölbte Schmelzkammer. Das Brennmaterial wurde durch ein leicht geneigtes Scheuerloch eingeführt. Für den oberen Teil des Ofens rekonstruieren wir einen flachen Abschluss, der so auch als Kühlplattform der fertiggeblasenen Gläser genutzt werden konnte. Für die Struktur zwischen Feuerloch und Schmelzkammer schlagen wir zwei mögliche Varianten vor: es könnte sich entweder um einen mit Löchern versehenen Zwischenboden handeln, oder aber um eine flache Oberfläche, die sich auf der gleichen Höhe wie die Arbeitsfläche befindet. Wie schon bemerkt, gibt es keinen Hinweis auf eine im Ofen integrierte Schmelzwanne, wie dies in Lyon der Fall gewesen sein muss.

Im Anschluss an die Rekonstruktion der Öfen von Avenches werden die verschiedenen Glasofenformen der römischen Welt zusammengestellt und nach ihrer Form gruppiert. Es werden die Schwierigkeiten aufgezeigt, die in Hinsicht auf die Funktion der verschiedenen Öfen bestehen; um diese Forschungslücke zu schliessen, müsste das archäologische Fundgut von Werkstätten, insbesondere der Glasabfälle und der Schmelztiegel oder -wannen, genau untersucht werden.

Die Abfallhalde und Werkstattgebäude

Ungefähr 20 m von den Öfen entfernt befand sich eine Abfallhalde, deren ursprüngliche Ausdehnung wir nicht kennen, da ein Teil davon beim Bau des *balneum* des Palastgebäudes zerstört worden ist. Die Abfallhalde lieferte Tausende von Glasscherben sowie Ofen- und Keramikfragmente mit einer Tonkruste. Besprochen werden die Konsequenzen, welche das Sammeln und Wiedereinschmelzen von Altglas in der Antike auf das Glashandwerk haben. Ebenso werden

die verschiedenen Formen von Abfallhalden in der römischen Epoche vorgestellt.

Die Möglichkeiten für eine Rekonstruktion der Werkstattgebäude werden durch die limitierte Grabungsfläche sowie die späteren Bauten stark eingeschränkt. Einige Elemente, so etwa die Ausrichtung gewisser Mauerreste und die Geländetopographie erlauben es trotzdem, einen Einblick in die Aufteilung dieser Handwerkszone zu gewinnen. Man muss sich eine Art Werkhallen vorstellen, die sich über die verschiedenen Terrassen am nördlichen Abhang des Stadthügels erstrecken. Diese Gebäude waren untereinander wahrscheinlich verbunden, so dass die Handwerker frei zirkulieren konnten. Da es bis heute keine Vergleichsstudien gibt, können keine Kriterien genannt werden, die eventuelle Eigenschaften in ihrer Systematik sichtbar machen könnten.

Schlussfolgerungen und Forschungsperspektiven (S. 95-96)

Dank den verschiedenen Untersuchungen konnten sowohl die lokale Produktpalette und die verschiedenen Herstellungstechniken identifiziert als auch Hypothesen für die Rekonstruktion der Öfen und der Werkstatt entworfen werden. Die Stellung der Glaswerkstatt von Avenches in der Entwicklungsgeschichte der römischen Glasproduktion wird eingehend diskutiert. Zum ersten Mal wird in der vorliegenden Studie eine mögliche Untersuchungsmethode für archäologische Funde und Befunde einer Glaswerkstatt entwickelt.

Bei der lokalen Produktpalette handelt es sich um verschiedenfarbige Kleingefässe, vor allem Fläschchen, deren Produktion vielleicht in direktem Zusammenhang mit der Herstellung von medizinischen oder kosmetischen Essenzen steht. Der Verbreitungsgrad der Gefässe ist schwierig zu eruieren: die grosse Ähnlichkeit vieler Gefässformen im römischen Imperium, die homogene chemische Zusammensetzung des römischen Glases sowie das Wiedereinschmelzen von Altglas erlauben es zurzeit nicht, genaueres darüber auszusagen.

Das Aufkommen neuer Schmelz- und Bearbeitungstechniken kann aufgrund des archäologischen Material in die zweite Hälfte des 1. oder an den Anfang des 2. Jhs. n. Chr. angesetzt werden. Die Bedeutung dieses Wechsels in bezug auf die Entwicklung des Glashandwerks wird diskutiert. Nur eine systematische Untersuchung des archäologischen Fundmaterials wird es in Zukunft erlauben, unsere Kenntnisse über die Entwicklung des Glashandwerkes in der römischen Zeit nachzuvollziehen und regionale Differenzen herauszuarbeiten.